

542,542

Rec'd PCT/PTO 18 JUL 2005

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際特許願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

10/542542

(43) 国際公開日
2005 年 1 月 27 日 (27.01.2005)

PCT

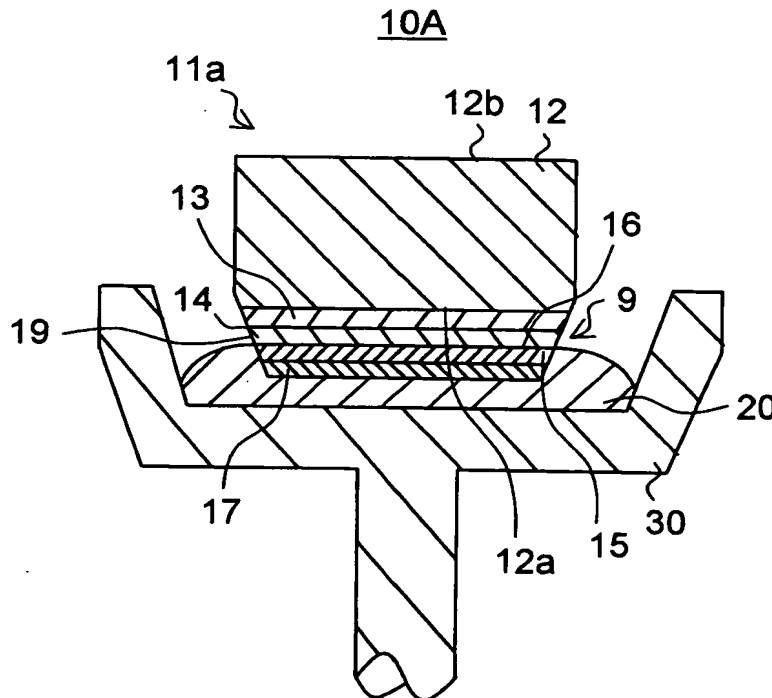
(10) 国際公開番号
WO 2005/008792 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H01L 33/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP2004/009182
(22) 国際出願日: 2004 年 6 月 30 日 (30.06.2004)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2003-276610 2003 年 7 月 18 日 (18.07.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三洋電機株式会社 (SANYO ELECTRIC CO.,LTD.) [JP/JP]; 〒5708677 大阪府守口市京阪本通 2 丁目 5 番 5 号 Osaka (JP). 鳥取三洋電機株式会社 (TOTTORISANYO ELECTRIC CO.,LTD) [JP/JP]; 〒6808634 鳥取県鳥取市立川町 7 丁目 1 0 1 番地 Tottori (JP).
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 松下 保彦 (MAT-SUSHITA, Yasuhiko) [JP/JP]; 〒6808634 鳥取県鳥取市
- (74) 代理人: 井上 温, 外 (INOUE, Atsushi et al.); 〒5400032 大阪府大阪市中央区天満橋京町 2-6 天満橋八千代ビル別館 5 階 Osaka (JP).
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

[続葉有]

(54) Title: LIGHT EMITTING DIODE

(54) 発明の名称: 発光ダイオード



(57) Abstract: A light emitting diode (10A) produced by securing a light emitting element (11a) to a lead frame (30) with a conductive adhesive material (20) is disclosed wherein the light emitting element (11a) comprises a semiconductor layer (9) including a light emitting layer (16) which is formed on a first surface (12a) of a translucent substrate (12) whose second surface (12b) is opposite to the first surface (12a) and serves as an emission observing surface. The semiconductor layer (9) has a side face (19) inclined to the first surface (12a) and the angle θ between a normal (a) to the inclined side face (19) and a crystal plane for growing the light emitting layer (16) is set such that the light emitted from the light emitting layer (16) is totally reflected toward the translucent substrate (12).

(57) 要約: 透光性基板 12 の第 1 の面 12a に発光層 16 を含む半導体層 9 を積層するとともに第 1 の面 12a に対向する第 2 の面 12b を発光観測面とする発光素子 11a を、導電性接着材料 20 によりリードフレーム 30 に固定した発光ダイオード 10A におい

て、半導体層 9 の側面が第 1 の面 12a に対して傾斜した傾斜面 19 から成り、傾斜面 19 の法線 a と発光層 16 が成長する結晶面との成す角度 θ を、発光層 16 が発する光が透光性基板 12 の方向に全反射する角度にした。

WO 2005/008792 A1



CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,
IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF,
BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

発光ダイオード

技術分野

- [0001] 本発明は、透光性基板に積層された半導体層から成る発光素子を有する発光ダイオードに関する。

背景技術

- [0002] 青色発光ダイオード、青色レーザダイオード等の各種発光装置が抱える課題の一つは、如何にして発光素子から光の取り出し効率を向上させるかにある。特に、白色発光ダイオードの発光効率は、年々、改善されほぼ2年で2倍のスピードで向上している。それでも一般家庭で使用されている蛍光灯の発光効率60lm/Wに到達するまでには、数年の歳月が掛かると言われている。
- [0003] 一方、現在開発されている白色発光ダイオードでは、約80%の光が無駄になっており、発光素子の外へ放出されない光は素子内で多重反射が繰り返され、熱エネルギーに変換されて放熱されている。
- [0004] このような事情から、発光効率を上げる研究・開発が活発に進められている。発光効率を上げる第1の方法として発光素子の材料に着目したものがある。これは、青色発光素子と青色光を黄色光に変える蛍光材料で構成した白色発光ダイオードにおいて、発光素子の結晶中の欠陥を減少させることにより結晶品質を高める。これにより、発光素子内の発光層での電気エネルギーが熱エネルギーに変換され難くなる。その結果、光エネルギーを増加させることができる。
- [0005] 第2の方法として、発光素子の形状を変更したものがある。発光層で発生した光は発光素子内で多重反射を繰り返して外部へ放出される。この多重反射を減少させて発光効率を向上する。具体的には、サファイア基板を加工してサファイア基板界面での反射を低減する方法がある。また、サファイア基板を剥離して反射層を形成し、この反射層で裏面に向う光の方向を変更する方法がある。しかし、このサファイア基板を加工する方法は、未だ研究段階にあって、実用化されるまでには数年掛かると予想されている。

- [0006] 一方、このような面倒なサファイア基板を加工するのではなく、単純な形状変更でも発光効率を改善する方法が特許文献1に開示されている。この発光ダイオードは、発光素子の側面を透光性基板の発光観測面側から発光層（窒化ガリウム系化合物）に向かって鋭角に切断する。窒化ガリウム系化合物より発する青色発光、特に発光素子側面近傍の青色発光を透光性基板で反射させて発光観測面に有効に取り出すようにしている。この発光ダイオードは、この種の発光ダイオードがこれまで必要としていたカップ状のリードフレームを不要とする。これにより、生産性を上げることができるとともに、リードフレームや支持体にセラミック基板を使用することができる。
- [0007] また、特許文献1にはこの発光ダイオードがカップ状のリードフレームを有する発光ダイオードに適用することが生産技術上不可能であることが記載されている。即ち、リードフレームをカップ形状にすると、透光性基板を上にして電極を下にするような構造の化合物半導体発光素子（例えば、窒化ガリウム系化合物半導体発光素子）であると、アセンブリができない。
- [0008] 一方、図6は、カップ状リードフレームを使用した従来の発光ダイオードの断面図を示している。発光ダイオード10はカップ状のリードフレーム30上に発光素子（以下、「LEDチップ」という）11を設けた構成になっている。LEDチップ11は絶縁性のサファイアから成る透光性基板12を有し、第1の面12aにバッファ層13を介して第1伝導型半導体層14と第2伝導型半導体層15が積層される。第1伝導型半導体層14と第2伝導型半導体層15との間には発光層16が形成されている。第1の面12aに対向する第2の面12bは発光観測面となっている。
- [0009] また、LEDチップ11は導電性接着剤20によってリードフレーム30上に電極17が電氣的に接続されている。図示していないがn、p電極は互いに適切に絶縁して接続されている。LEDチップ11は側面へ導電性接着剤20が少し這い上がった状態でリードフレーム30に結合されている。導電性接着剤20には通常粘着性を有する導電性材料が使用される。

特許文献1: 特許第2964822号(図1、第2頁-第3頁)

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0010] 図7はLEDチップ11内の光束の経路を模式的に表わした断面図である。発光ダイオード10は、発光層16からLEDチップ11の上方(矢印18c、18d)および側面(矢印18a、18b)にそれぞれ光が放出される。これらの発光束18a〜18dのうち、側面に放出される発光束18a、18bは導電性接着剤20a、20bによって遮蔽される。このため、発光束18a、18bが有効に利用されず、その分チップ全体の発光強度が低下する問題があった。

[0011] 本発明は、この従来技術の課題を解決するためになされたもので、発光素子の側面から放出される光を有効利用して発光効率を向上できる発光ダイオードを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0012] 上記目的を達成するために本発明は、透光性基板の第1の面に発光層を含む半導体層を積層し、第1の面に対向する第2の面を発光観測面とする発光素子を、接着材料によりリードフレームに固定した発光ダイオードにおいて、

前記発光層の側面が第1の面に対して傾斜した傾斜面から成り、前記傾斜面の法線と前記発光層が成長する結晶面との成す角度を、前記発光層が発する光が前記透光性基板の方向に全反射する角度にしたことを特徴とする。

[0013] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記半導体層は第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層から成り、前記透光性基板を貫通して第1伝導型半導体層に達して第2伝導型半導体層に達しない深さの縦穴と、前記縦穴に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする。

[0014] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記半導体層は第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層から成り、第2伝導型半導体層に形成した開口部に充填される絶縁層と、前記透光性基板及び第1伝導型半導体層を貫通して前記開口部上に設けられる縦穴と、前記縦穴の内壁面に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする。

[0015] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記透光性基板の第2の

面に設けたパッド電極により前記縦穴を塞いだことを特徴とする。

[0016] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記縦穴を深さ方向に向かって

先細りにしたことを特徴とする。

[0017] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記導電性材料が透光性を有することを特徴とする。

[0018] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記角度を 40° 〜 50° にしたことを特徴とする。

[0019] また、本発明は、上記構成の発光ダイオードにおいて、前記傾斜面に絶縁膜を被覆したことを特徴とする。

発明の効果

[0020] 本発明によると、発光層が露出した傾斜面から成る半導体層の側面の法線と発光層が成長する結晶面との成す角度を、発光層が発する光が透光性基板の方向に全反射する角度にしたので、発光層から発光素子の側面へ向う光は進行方向が変更されて発光観測面から放出される。従って、発光層から発する光が接着材料によって遮断されずに全て発光観測面から放出されるので、発光素子の発光出力が向上する。

[0021] また本発明によると、第1伝導型半導体層に達して第2伝導型半導体層に達しない深さの縦穴と、縦穴に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料を設けたので、導電性材料に導通して半導体層に電圧を印加する電極を透光性基板の発光観測面に設けることができる。これにより、透光性基板の第1の面側と、第2の面側に分けて電極を配置することができ、電極による遮光を抑制して光取り出し効率を高めることができる。また、電極とリード線を接続するワイヤボンディングが1箇所済み、組立作業性を非常に高めることができる。

[0022] また本発明によると、薄い第1伝導型半導体層を貫通して縦穴を設けるので、発光ダイオードの製造が容易になる。

[0023] また本発明によると、縦穴の断面積よりも面積の広いパッド電極を設けたのでリード線のワイヤボンディングを容易に行うことができる。

- [0024] また本発明によると、縦穴を深さ方向に向かって先細りにしたので、所定の厚さの導電性材料を蒸着やスパッタ等により縦穴の内面に容易に形成することができる。
- [0025] また本発明によると、導電性材料が透光性を有するので、縦穴内での光の吸収が減少し、発光層から発した光を損失無く有効に外部へ取り出すことができる。
- [0026] また本発明によると、半導体層側面の傾斜の角度を 40° ～ 50° にしたので、該側面で全反射する発光ダイオードを容易に実現することができる。
- [0027] また本発明によると、半導体層側面の傾斜面に絶縁層が被覆されるので、発光素子をリードフレーム上に導電性接着剤により固定する際に導電性接着剤による半導体層の短絡を防止することができる。

図面の簡単な説明

- [0028] [図1]本発明の第1実施形態の発光ダイオードを示す断面図
[図2]本発明の第1実施形態の発光ダイオードの素子内の光束の経路を模擬的に示す断面図
[図3]本発明の第2実施形態の発光ダイオードを示す断面図
[図4]本発明の第3実施形態の発光ダイオードを示す断面図
[図5]本発明の第4実施形態の発光ダイオードを示す断面図
[図6]従来の発光ダイオードを示す断面図
[図7]従来の発光ダイオードの素子内の光束の経路を模擬的に示す断面図

符号の説明

- [0029] 9 半導体層
 10、10A～10D 発光ダイオード
 11、11a～11d 発光素子(LEDチップ)
 12 透光性基板
 13 バッファ層
 14 第1伝導型半導体層
 15 第2伝導型半導体層
 16 発光層
 17 電極

- 18aー18d 発光束
- 19 傾斜面
- 19a 絶縁膜
- 20 導電性接着剤
- 21 導電性材料
- 22 パッド電極
- 24 縦穴
- 26 絶縁体
- 27 開口部
- 30 リードフレーム
- 31 リード電極

発明を実施するための最良の形態

[0030] 以下に本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。説明の便宜上、前述の図6、図7に示す従来例と同様の部分には同一の符号を付している。尚、本発明は図面に示したものに限定されるものではない。図1は、本発明の発光ダイオードの第1実施形態を示す断面図である。

[0031] 発光ダイオード10Aはカップ状のリードフレーム30上にLEDチップ11aを設けた構成になっている。LEDチップ11aは絶縁性のサファイアから成る透光性基板12を有し、サファイア基板12の第1の面12aにはバッファ層13を介して半導体層9が形成される。半導体層9はp型半導体またはn型半導体の一方から成る第1伝導型半導体層14と、他方から成る第2伝導型半導体層15が積層されている。第1伝導型半導体層14と第2伝導型半導体層15との間には発光層16が形成され、第2伝導型半導体層15上には電極17が形成されている。第1の面12aに対向する第2の面12bは発光観測面となっている。

[0032] また、LEDチップ11aは導電性接着剤20によってリードフレーム30に固定され、電極17がリードフレーム30と電氣的に接続されている。図示していないが第1、第2伝導型半導体層14、15に導通するn、p電極は互いに適切に絶縁して接続されている。LEDチップ11aは側面へ導電性接着剤20が少し這い上がった状態でリードフレー

ム30に結合されている。導電性接着剤20には通常粘着性を有する導電性材料が使用される。

[0033] 半導体層9の側面は透光性基板12の第1の面12aに対して傾斜した傾斜面19にな

っている。傾斜面19は発光層16が露出した両端面において半導体層9の上部がLEDチップ11aの外部方向になるように傾斜される。これにより、半導体層9は透光性基板12から離れるほど狭くなっている。

[0034] 傾斜面19はこの種の公知となっている半導体層9の形成工程において、ドライエッチング条件を選択して形成される。具体的にはドライエッチング時のマスク端面に予め適当な傾斜を設ける。マスク端面の傾斜がエッチングされた結晶の端面に引き継がれる手法を用いて傾斜面19を形成することができる。

[0035] 或いは、ダイシングブレードの刃先をテーパ状に成形して溝加工することにより傾斜面19を形成してもよい。この時、発光層16がダイシング加工によるダメージを与えられるが、ドライエッチング等によりダメージにより生じた結晶欠陥を除去することができる。

[0036] 図2はLEDチップ11a内の光束の経路を模擬的に示した断面図を示している。傾斜面19の法線aと発光層16が成長する結晶面とが成す角度 θ は、発光層16から傾斜面19に入射する光18a、18bの臨界角よりも大きく形成される。これにより、発光層16から発する光18a、18bが全て透光性基板12側に反射され、LEDチップ11aの内部に全反射される。この角度 θ は、 40° 〜 50° の範囲に選定すると確実に全反射させることができるとともに傾斜面19を容易に形成することができる。

[0037] 発光層16が露出した半導体層9の側面を傾斜面19を形成することにより、発光層16からLEDチップの側面へ向う光18e、18fは進行方向が変更されて発光観測面から放出される。このため、従来のように光束が接着材料によって遮断されるようなことがない。従って、発光層16で発された光が全て傾斜面19で反射してLEDチップ11aの発光出力が向上する。

[0038] 上記構成は、特に窒化ガリウム系化合物から成る発光層16を有する青色発光ダイオードに適用するとより望ましい。即ち、発光効率が低い青色発光を傾斜面19で全

反射して発光観測面から取り出すことにより、発光出力を著しく向上させることができる。

- [0039] 次に、図3は第2実施形態の発光ダイオードを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図1、図2に示す第1実施形態と同一の部分には同一の符号を付している。本実施形態の発光ダイオード10Bは、傾斜面19に絶縁膜19aが被覆されている。その他の部分は第1実施形態の発光ダイオード10Aと同様である。
- [0040] 発光ダイオード10Bは傾斜面19を有するLEDチップ11bが導電性接着剤20によってカップ状のリードフレーム30上に固定される。この時、導電性接着剤20がLEDチップ11bの側面へ少し這い上がっても、絶縁膜19aによって導電性接着剤20と第1伝導型半導体層14との接触による短絡を防止できる。
- [0041] 次に、図4は第3実施形態の発光ダイオードを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図1、図2に示す第1実施形態と同一の部分には同一の符号を付している。本実施形態の発光ダイオード10Cは、LEDチップ11cが図中、上下方向に延びる縦穴24を備えている。その他の部分は第1実施形態の発光ダイオード10Aと同様である。
- [0042] 縦穴24は透光性基板12の周部の例えば四隅の内の一にレーザ照射等によって形成される。縦穴24は透光性基板12を貫通して第1伝導型半導体層14に到達し、第2伝導型半導体層15には達しない深さになっている。また、縦穴24は直径が数10 μ mになっており円柱状または円錐状に形成される。
- [0043] 縦穴24はLEDチップ11cの上下方向の電氣的な通路(電氣的パス)として利用される。電氣的パスを形成するために、縦穴24の内面にそって金属薄膜等の導電性材料21が蒸着やスパッタ等により形成される。縦穴24の断面形状を深さ方向に先細りにすると、縦穴24の内面に所定の厚さの導電性材料21を容易に形成することができる。
- [0044] また、縦穴24は透光性基板12の第2の面12b上の開口よりも面積の大きなパッド電極22により塞がれる。これにより、パッド電極22と第1伝導型半導体層14とが導電性材料21を介して電氣的に接続される。パッド電極22にはワイヤーボンディングされるワイヤー23を介してリード電極31が接続されている。尚、導電性材料21の全部ま

たは一部を透光性材料により形成すると、導電性材料21による遮光を低減して発光出力の低下を防止することができる。

[0045] 上記構成の発光ダイオード11Cにおいて、リードフレーム30から成る電極と、リード電極31との間に所定の電圧を供給すると、リードフレーム30、導電性接着剤20、電極17、第2伝導型半導体層15、発光層16、第1伝導半導体層14、導電性材料21、パッド電極22、ワイヤ23、リード電極31の経路が形成され、発光層16が発光する。

[0046] 本実施形態によると、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。また、電流の経路に電界が集中する箇所が少ない構造となるため発光ダイオード11Cの静電耐圧を向上させることができる。また、従来の発光ダイオードは通常、電圧を印加する各電極が透光性基板12の一方の発光観測面側に配置される。これに対して、発光ダイオード11Cは透光性基板12の第1の面12a側と第2の面12b側とに電極をそれぞれ配置することができる。その結果、電極による遮光を抑制して光取り出し効率も向上させることができる。更に、ワイヤボンディングを1箇所行うだけで済み、発光ダイオード11Cの組立作業性を高めることができる。尚、第2実施形態と同様の絶縁膜19a(図3参照)を傾斜面19に設けてもよい。

[0047] 次に、図5は第4実施形態の発光ダイオードを示す断面図である。説明の便宜上、前述の図4に示す第3実施形態と同一の部分には同一の符号を付している。本実施形態の発光ダイオード10Dは、LEDチップ11dの第2伝導型半導体層15に開口部27が設けられる。縦穴24は透光性基板12及び第1伝導型半導体層14を貫通して開口部27上に設けられる。その他の部分は第3実施形態の発光ダイオード10Cと同様である。

[0048] 開口部27は第2伝導型半導体層15を形成した後にエッチング加工等により形成される。縦穴24はレーザ照射等により形成され、透光性基板12及び第1伝導型半導体層14を貫通して開口部27に到達する。縦穴24には内壁に沿って導電性材料21がスパッタ等により形成されている。これにより、導電性材料21は第1導電型半導体層1に導通する。

[0049] また、開口部27内には縦穴24を覆う導電膜25が形成される。導電膜25により導電性材料21と第1導電型半導体層14とをより確実に導通させることができる。尚、導電

膜25の周囲は開口部27に充填される絶縁体26で覆われる。これにより、第1、第2導電型半導体層14、15の短絡を防止することができる。

[0050] 本実施形態によると、前述の図3に示す第3実施形態と同様の効果を得ることができる。更に、第3実施形態の発光ダイオード10Cは、縦穴24を薄い第1伝導型半導体層14を貫通しないように形成する必要があるため、レーザ照射の制御が困難である。これに対して、本実施形態は予め第2伝導型半導体層15に開口部27を形成した後、第1伝導型半導体層14を貫通して縦穴24を形成すればよいので、レーザ照射を容易に制御することができる。

[0051] 以上、本発明の具体例について述べたが、上述のような本発明の発光ダイオードは、透光性基板12の第1の面12aに発光層16を含む半導体層9を積層するとともに第1の面12aに対向する第2の面12bを発光観測面とする発光素子を、導電性接着材料21によりリードフレーム30に固定した周知の発光ダイオードに対して等しく適用可能である。

[0052] 特に、透光性基板12上に窒化ガリウム系化合物から成る発光層16を有する青色発光ダイオードは発光効率が低いため、本発明を適用することにより発光出力を著しく向上することができる。

産業上の利用可能性

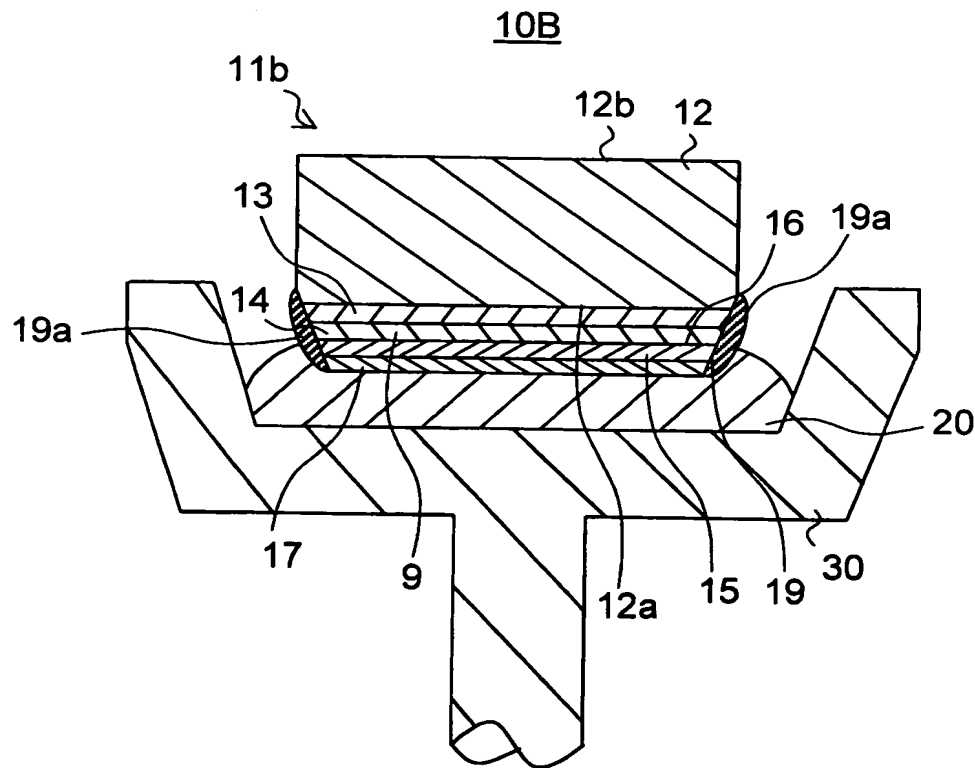
[0053] 本発明によると、カップ型のリードフレームを有する発光ダイオードに利用して発光出力を向上することができる。特に、発光効率の低い青色発光ダイオードに好適である。

請求の範囲

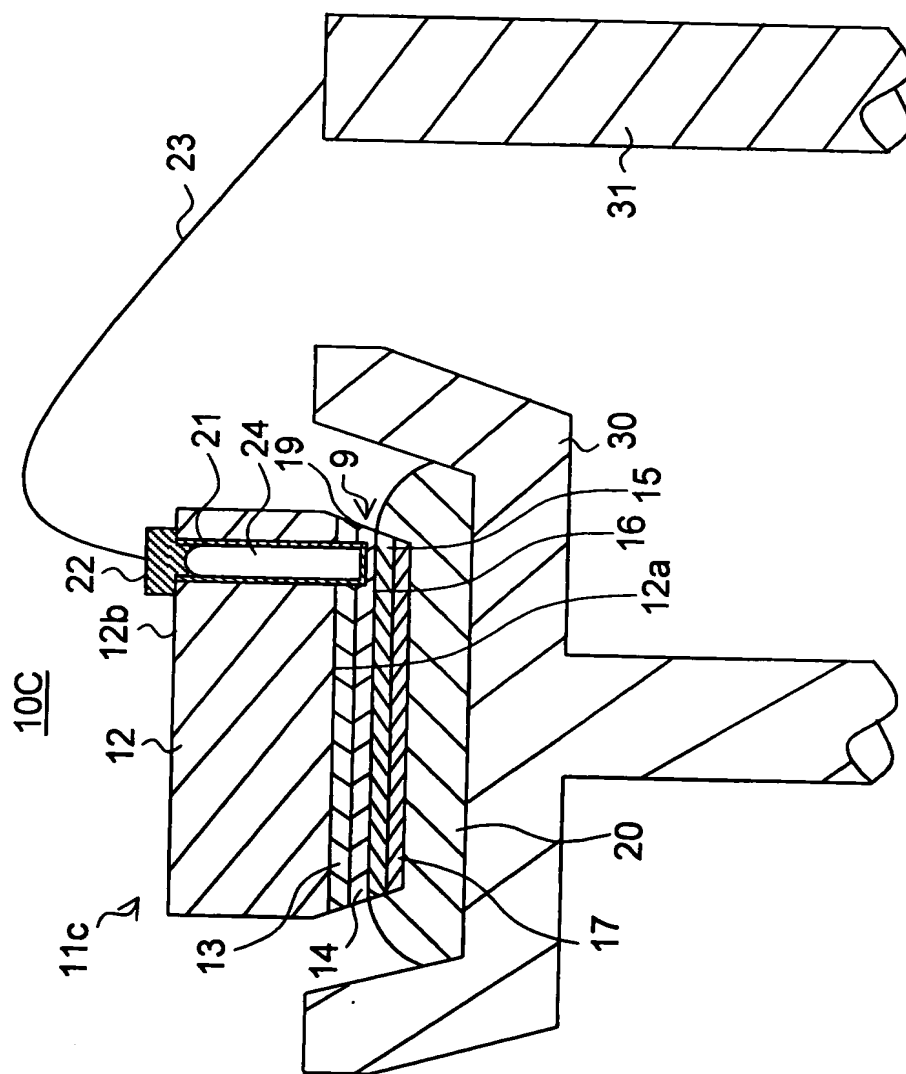
- [1] 透光性基板の第1の面に発光層を含む半導体層を積層するとともに第1の面に対向する第2の面を発光観測面とする発光素子を、導電性接着材料によりリードフレームに固定した発光ダイオードにおいて、
- 前記半導体層の側面が第1の面に対して傾斜した傾斜面から成り、前記傾斜面の法線と前記発光層が成長する結晶面との成す角度を、前記発光層が発する光が前記透光性基板の方向に全反射する角度にしたことを特徴とする。
- [2] 前記半導体層は前記発光層を挟んで隣接する第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層を有し、前記透光性基板を貫通して第1伝導型半導体層に達して第2伝導型半導体層に達しない深さの縦穴と、前記縦穴に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオード。
- [3] 前記半導体層は前記発光層を挟んで隣接する第1、第2の伝導型を有する化合物半導体を前記透光性基板側から順に積層した第1、第2伝導型半導体層を有し、第2伝導型半導体層に形成した開口部に充填される絶縁体と、前記透光性基板及び第1伝導型半導体層を貫通して前記開口部上に設けられる縦穴と、前記縦穴の内壁面に沿って形成して第1伝導型半導体層に導通する導電性材料とを設けたことを特徴とする請求項1に記載の発光ダイオード。
- [4] 前記透光性基板の第2の面に設けたパッド電極により前記縦穴を塞いだことを特徴とする請求項2または請求項3に記載の発光ダイオード。
- [5] 前記縦穴を深さ方向に向かって先細りにしたことを特徴とする請求項2ー請求項4のいずれかに記載の発光ダイオード。
- [6] 前記導電性材料が透光性を有することを特徴とする請求項2ー請求項5のいずれかに記載の発光ダイオード。
- [7] 前記角度を 40° ー 50° にしたことを特徴とする請求項1ー請求項6のいずれかに記載の発光ダイオード。
- [8] 前記傾斜面に絶縁膜を被覆したことを特徴とする請求項1ー請求項7のいずれかに記載の発光ダイオード。

- [9] 前記半導体層が窒化ガリウム系化合物から成ることを特徴とする請求項1ー請求項8のいずれかに記載の発光ダイオード。

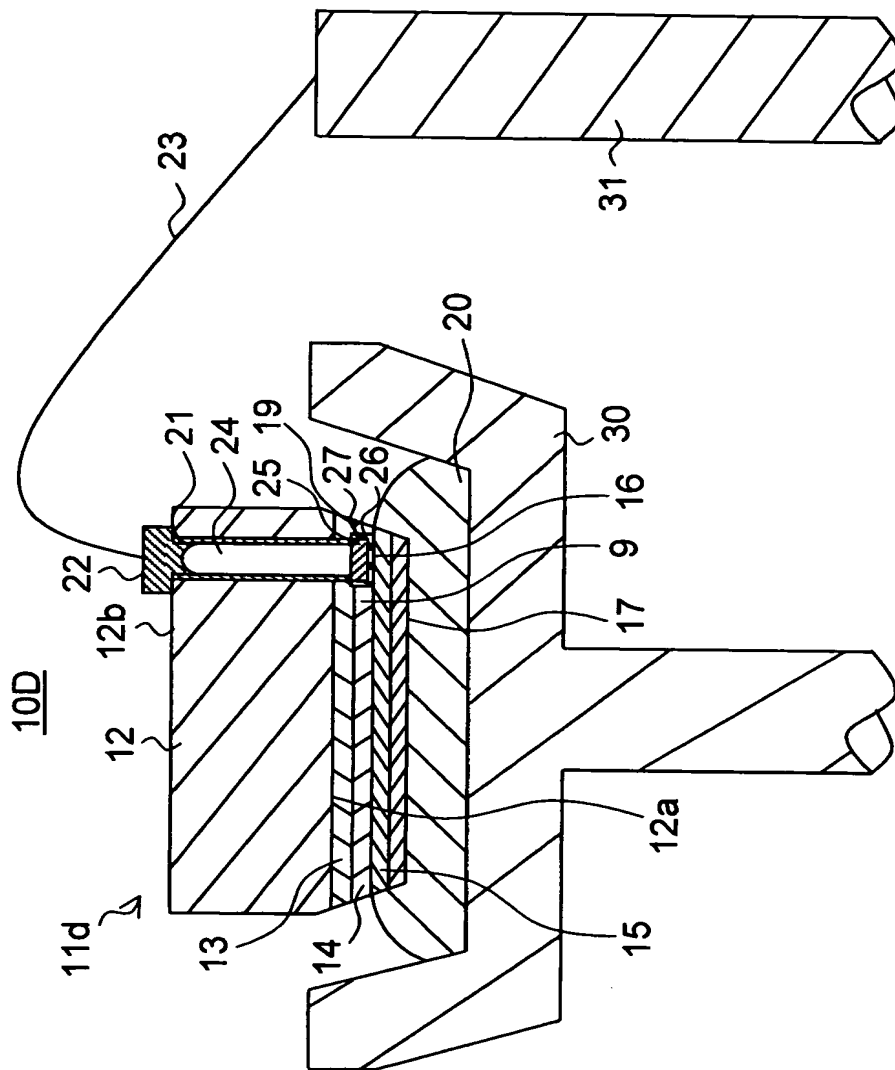
[図3]



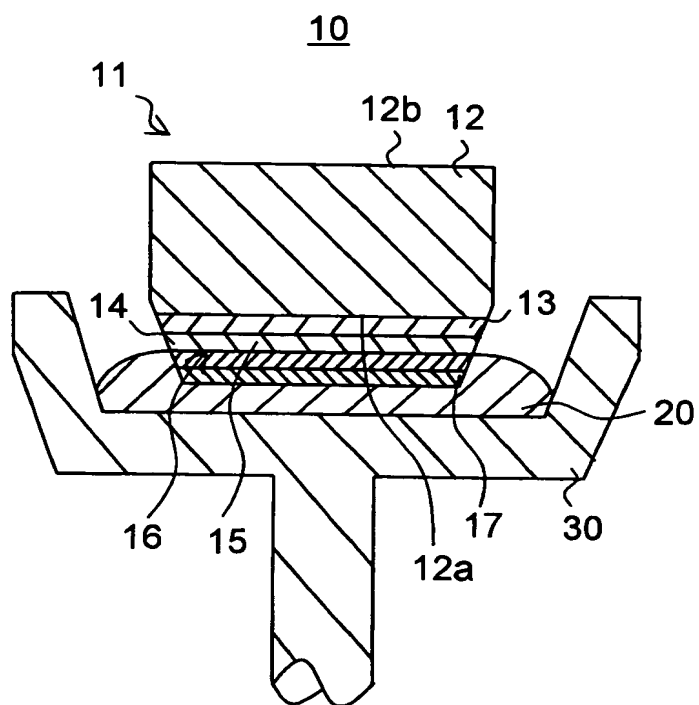
[図4]



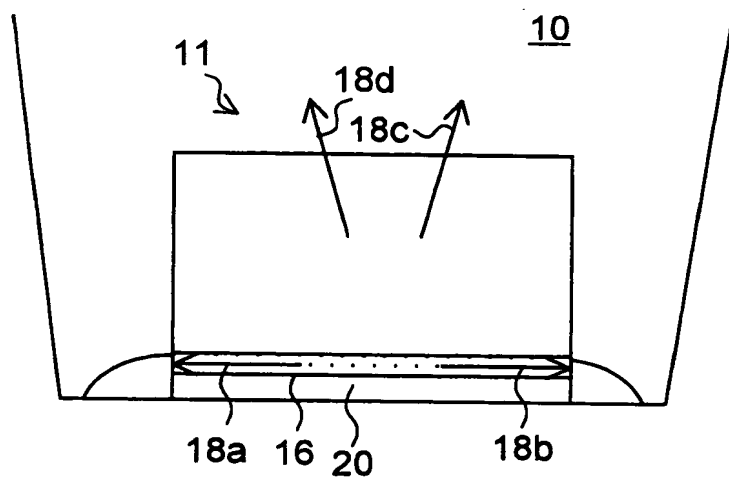
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	US 2003/25212 A1 (Bhat et al.), 06 February, 2003 (06.02.03), Par. Nos. [0015] to [0017], [0028]; Fig. 1 & EP 1256987 A2 & JP 2002-353504 A & US 2003/205712 A1	1, 7-9 2-6
Y	US 2001/35580 A1 (Kawai), 01 November, 2001 (01.11.01), Par. Nos. [0079] to [0091]; Fig. 14 & JP 11-045892 A & US 6239033 B1 & US 2001/40245 A1	2, 5
Y	JP 10-308560 A (Toshiba Corp.), 17 November, 1998 (17.11.98), Par. Nos. [0038] to [0040]; Fig. 2 (Family: none)	2, 4-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
27 July, 2004 (27.07.04)

Date of mailing of the international search report
10 August, 2004 (10.08.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/009182

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2003-347589 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 05 December, 2003 (05.12.03), Claims; Par. Nos. [0018] to [0021] (Family: none)	1, 7-9
A	JP 2964822 B (Nichia Chemical Industries, Ltd.), 13 August, 1999 (13.08.99), Par. No. [0009] & JP 6-244458 A	1
A	JP 2002-26382 A (Citizen Electronics Co., Ltd.), 25 January, 2002 (25.01.02), Par. Nos. [0017] to [0018]; Figs. 3, 4 (Family: none)	1
A	JP 2002-319708 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 31 October, 2002 (31.10.02), Par. Nos. [0025] to [0028]; Fig. 3 (Family: none)	1
A	JP 11-330559 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 30 November, 1999 (30.11.99), Fig. 4 (Family: none)	1
A	JP 5-160437 A (Toyoda Gosei Co., Ltd.), 25 June, 1993 (25.06.93), Claim 1; Fig. 1 (Family: none)	1
A	JP 2001-94152 A (Korai Kagi Kofun Yugenkoshi), 06 April, 2001 (06.04.01), Par. No. [0016] (Family: none)	2-6
A	JP 8-83929 A (Rohm Co., Ltd.), 26 March, 1996 (26.03.96), Par. Nos. [0024] to [0026]; Figs. 1, 2 (Family: none)	2-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	US 2003/25212 A1 (Bhat et al.)、2003.02.06、段落番号[0015]-[0017]、[0028]、第1図 & EP 1256987 A2 & JP 2002-353504 A & US 2003/205712 A1	1, 7-9
Y		2-6
Y	US 2001/35580 A1 (Kawai)、2001.11.01、段落番号[0079]-[0091]、第14図 & JP 11-045892 A & US 6239033 B1 & US 2001/40245 A1	2, 5

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行情若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.07.04

国際調査報告の発送日

10.8.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

笹野 秀生

2K

9519

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-308560 A (株式会社東芝) 1998. 11. 17、段落番号【0038】-【0040】、図2 (ファミリーなし)	2, 4-6
PX	JP 2003-347589 A (松下電工株式会社)、2003. 12. 05、請求項1-2、段落番号【0018】-【0021】 (ファミリーなし)	1, 7-9
A	JP 2964822 B (日亜化学工業株式会社) 1999. 08. 13、段落番号【0009】 & JP 6-244458 A	1
A	JP 2002-26382 A (株式会社シチズン電子) 2002. 01. 25、段落番号【0017】-【0018】、図3、図4 (ファミリーなし)	1
A	JP 2002-319708 A (松下電工株式会社) 2002. 10. 31、段落番号【0025】-【0028】、図3 (ファミリーなし)	1
A	JP 11-330559 A (三洋電機株式会社) 1999. 11. 30、図4 (ファミリーなし)	1
A	JP 5-160437 A (豊田合成株式会社) 1993. 06. 25、請求項1、図1 (ファミリーなし)	1
A	JP 2001-94152 A (光磊科技股▲ふん▼有限公司) 2001. 04. 06、段落番号【0016】 (ファミリーなし)	2-6
A	JP 8-83929 A (ローム株式会社) 1996. 03. 26、段落番号【0024】-【0026】、図1、図2 (ファミリーなし)	2-6